

EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE

Patent Number: JP8028248
Publication date: 1996-01-30
Inventor(s): NARUSE KAZUYA; others: 02
Applicant(s): IBIDEN CO LTD
Requested Patent: ☐ JP8028248
Application Number: JP19940161939 19940714
Priority Number(s):
IPC Classification: F01N3/02; F01N9/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To prevent the occurrence of a combustion peak during regeneration and to improve regeneration efficiency and durability by a method wherein a heat generating body is embedded in a sealant and formed integrally with a filter and a heat generating amount mechanism is coupled to the heat generating body.

CONSTITUTION: A plurality of filter units 7 and 8 formed of porous ceramic consist mainly of a filter 3 formed in such a manner that a sealant 5 formed of a resilient material is located between the units for integral adhesion. A heat generating body 4 having a heat generating amount control mechanism is embedded in the sealant 5 and formed integrally with the filter 3. In this constitution, a heat generating amount control mechanism controls a heat generating amount of the heat generating body 4 according to propagation of heat generated through combustion of particulate in the filter 3. The control described above suppresses the occurrence of combustion peak and prevents the generation of a crack. Thus, a device having excellent durability and combustion efficiency (regeneration efficiency) is provided.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-28248

(43) 公開日 平成8年(1996)1月30日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 N 3/02	3 4 1 A			
	J			
	L			
	Z A B			
	3 0 1 C			

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-161939

(22) 出願日 平成6年(1994)7月14日

(71) 出願人 000000158

イビデン株式会社

岐阜県大垣市神田町2丁目1番地

(72) 発明者 成瀬 和也

岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社大垣北工場内

(72) 発明者 大野 哲史

岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社大垣北工場内

(72) 発明者 島戸 幸二

岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社大垣北工場内

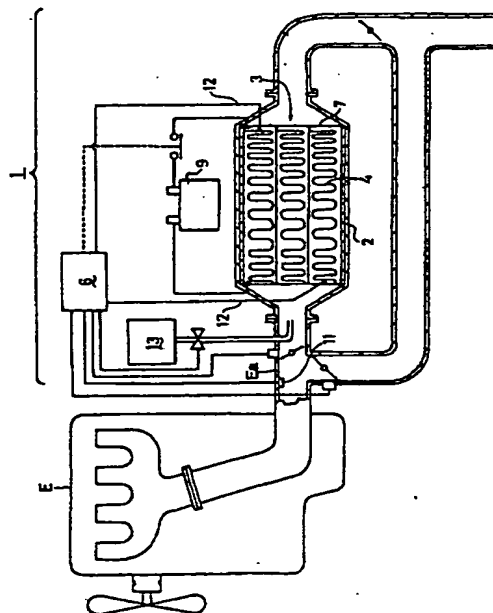
(74) 代理人 弁理士 小川 順三 (外1名)

(54) 【発明の名称】 排気ガス浄化装置

(57) 【要約】

【目的】 再生時の燃焼ピークを防止できる排気ガス浄化装置の新たな構成を提供し、再生効率、耐久性を改善すること。

【構成】 ケーシング2と、その内部に配設されたハニカム構造の多孔質セラミックフィルタ3およびこのフィルタ3に取り付けた発熱体4とからなる排気ガス浄化装置において、上記フィルタ3は、長手方向に沿って並列する複数の貫通孔を有し、かつ、これらの貫通孔の各端面は、それぞれ市松模様状に目封じされていると共に、ガスの入側と出側とは開閉が逆の関係にあり、そして、これらの貫通孔の隣接するものどうしは、多孔質な隔壁を通じて互に通気可能にした複数のフィルタユニット7、8を、これらのユニット相互間に弾性質素材からなるシール材5を介在させて接着して集合体とした構造体であって、上記発熱体4を、前記シール材5中に埋設してフィルタ3と一体化させると共に、この発熱体4には、発熱量制御機構6を連結したことを特徴とする排気ガス浄化装置である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ケーシングと、その内部に配設されたハニカム構造の多孔質セラミックフィルタおよびこのフィルタに取り付けた発熱体とからなる排気ガス浄化装置において、

上記フィルタは、長手方向に沿って並列する複数の貫通孔を有し、かつ、これらの貫通孔の各端面は、それぞれ市松模様状に目封じされていると共に、ガスの入側と出側とでは開閉が逆の関係にあり、そして、これらの貫通孔の隣接するものどうしは、多孔質な隔壁を通じて互いに通気可能にした複数のフィルタユニットを、これらのユニット相互間に弾性質素材からなるシール材を介在させて接着して集合体とした構造体であって、上記発熱体を、前記シール材中に埋設してフィルタと一体化させると共に、この発熱体には、発熱量制御機構を連結したことを特徴とする排気ガス浄化装置。

【請求項 2】 上記発熱量制御機構は、フィルタ内のバティキュレート燃焼による熱の伝播に応じて、発熱体の発熱量を制御するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の排気ガス浄化装置。

【請求項 3】 上記発熱量制御機構は、フィルタの断面方向においては、温度が均一になるように制御し、フィルタの長手方向においては、温度ピークが発生しないような一定勾配をもつ温度分布に制御するものであることを特徴とする請求項 1 に記載の排気ガス浄化装置。

【請求項 4】 上記シール材は、少なくとも無機繊維、無機バインダー、有機バインダーおよび無機粒子からなる弾性質素材で構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の排気ガス浄化装置。

【請求項 5】 上記フィルタユニットは、炭化珪素質の多孔質セラミックからなることを特徴とする請求項 1 に記載の排気ガス浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、内燃機関から排出される排気ガスを浄化するための排気ガス浄化装置に関し、特に、排気ガス中に含まれる粒子状物質（バティキュレート）を捕集し除去する効果に優れた排気ガス浄化装置について提案する。

【0002】

【従来の技術】 排気ガス浄化装置は、主として、ケーシングとその内部に配設されたフィルタおよびこのフィルタに取り付けられる発熱体とから構成され、該フィルタに捕集した排気ガス中のバティキュレートを、発熱体を介して燃焼させ、該フィルタから除去する処理（以下、単に「再生」という）を行うための装置である。このような排気ガス浄化装置のフィルタとしては、従来、ハニカム構造を有するコーディライト（ $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ ）製のセラミックフィルタなどが提案されている（特開昭 57-7216 号公報参照）。

【0003】 コーディライト製フィルタの再生は、該フィルタの軸端面の近傍に電気ヒータを配設し、この発熱体の輻射熱にて該フィルタの一端面を加熱することにより、まず、フィルタ端面側に付着捕集したバティキュレートに着火し、これを燃焼させると同時に、その燃焼をガスの流れ方向である軸方向に逐次的に伝播させることにより行っていた。

【0004】 しかしながら、コーディライト製フィルタは熱伝導性が悪いので、バティキュレート燃焼の伝播に伴い、局部的な発熱による鋭角的な温度分布（燃焼ピーク）を生じる欠点があった。即ち、このコーディライト製フィルタは、熱膨張の小さい部材であるにもかかわらず、最終的には熱応力疲労を受けてクラックが発生し易いという問題があった。特に、捕集したバティキュレートが多いと、燃焼時の発熱量が大きくなり、フィルタが局部的に耐熱温度以上の温度にまで加熱されて溶損してしまうことさえあった。一方で、バティキュレートの捕集量が少ないうちに再生を行うと、燃焼時の発熱量も小さく、燃焼の伝播が十分に進まないため、バティキュレートの燃え残りを生ずるという問題があった。

【0005】 このことから従来技術は、再生時における諸条件（捕集量、ヒータ温度、通電時間、燃焼用空気の供給量、エンジンの運転条件等）を厳しく制御しなければならなかった。しかも、コーディライト製フィルタは、多孔質な壁の品質（気孔径分布）を制御することが難しく、製品品質にバラツキを生じ易いので、極めて安全率の高い設計が必要であった。しかし、再生状態を左右する要因は上述したように複雑であることから、これらの要因を厳密に制御することは容易ではなかった。

【0006】 これに対し、前記ヒータをフィルタ軸端面に配置する上記従来技術の問題点を解消する方策として、例えば電気ヒータをフィルタの外周面に巻回する技術も検討された。つまり、この技術は、フィルタの外周面全体を加熱することによって、再生時におけるフィルタ内の温度差を極力小さくしようとしたものである。しかし、この従来技術も、燃焼空気の流れによって燃焼ピークが生じるため、長期の耐久性に劣り、クラックの発生を阻止できないという問題があった。

【0007】 そこで、発明者らは先に、上記の実情に鑑みて、一体形である従来のフィルタに代え、複数の多孔質セラミック製フィルタユニットを結束させて 1 つの集合体とした分割形フィルタを開発し、特にフィルタユニット相互間に発熱体（電気ヒータ）を介在させ、バティキュレートを除去してフィルタの再生を行う排気ガス浄化装置、およびその構成体を提案した（特願平 5-204242 号参照）。

【0008】 発明者らが先行提案した排気ガス浄化装置は、フィルタを分割してユニット化し、このユニットを組み合わせて大きなフィルタを構成し、これらのユニット間に発熱体を介在させた分割形フィルタである。それ

故に、再生時におけるフィルタ内の温度差はある程度改善することができる。

【0009】しかしながら、発明者らの研究によれば、上記提案の排気ガス浄化装置では、隣接する各フィルタユニットの間に介在させるヒータの発熱量を、ヒータの位置に関係なく均等にすると、パティキュレート燃焼熱は、フィルタ中央側のユニットではこもり（滞留し）易く、外側（端面側ならびに外周面側）のユニットでは放散し易い。その結果、温度分布が不均一となって、しばしばクラックが発生するという問題が見られた。すなわち、ヒータの発熱量を均等にするだけでは、パティキュレートの燃焼熱による局所的な燃焼ピークの発生を阻止することはできないということが判った。特に、炭化珪素製フィルタは、それ自体の熱容量が大きく電力消費も大きいので、ユニット化しても熱効率のよい加熱方法を用いなければ短時間で燃焼温度に到達できない。しかも、炭化珪素製フィルタは、熱膨張率が大きいので、コーディライトに比べて程度は低いものの燃焼熱の伝播による燃焼ピークが生じることから、クラックが発生し易いという問題がやはりあった。つまり、炭化珪素製フィルタは、この材料の熱伝導性が良すぎるために放熱が大きく、なかなか再生温度に到達しないという問題があり、また、熱膨張率が大きいために低い燃焼ピークでの熱疲労によってもクラックが発生し易いという問題があった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】この発明の主たる目的は、再生時の燃焼ピークを防止できる排気ガス浄化装置の新たな構成を提供することにある。この発明の他の目的は、燃焼効率（再生効率）に優れ、耐久性に優れた（クラックの発生を防止できる）排気ガス浄化装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的の実現に向け、発明者らはさらに研究を続けた結果、以下に示す内容を要旨とする発明の構成に想到した。すなわち、この発明は、ケーシングと、その内部に配設されたハニカム構造の多孔質セラミックフィルタおよびこのフィルタに取り付けた発熱体とからなる排気ガス浄化装置において、上記フィルタは、長手方向に沿って並列する複数の貫通孔を有し、かつ、これらの貫通孔の各端面は、それぞれ市松模様状に目封じされていると共に、ガスの入側と出側とでは開閉が逆の関係にあり、そして、これらの貫通孔の隣接するものどうしは、多孔質な隔壁を通じて互いに通気可能にした複数のフィルタユニットを、これらのユニット相互間に弾性質素材からなるシール材を介在させて接着して集合体とした構造体であって、上記発熱体を、前記シール材中に埋設してフィルタと一体化させると共に、この発熱体には、発熱量制御機構を連結したことを特徴とする排気ガス浄化装置である。そして、上記

発熱量制御機構は、フィルタ内のパティキュレートの燃焼による熱の伝播に応じて、発熱体の発熱量を制御するものであり、フィルタの断面方向においては、温度が均一になるように制御し、フィルタの長手方向においては、温度ピークが発生しないような一定勾配をもつ温度分布に制御するものである。上記シール材は、少なくとも無機繊維、無機バインダー、有機バインダーおよび無機粒子からなる弾性質素材で構成されることが望ましく、上記フィルタユニットは、炭化珪素質の多孔質セラミックからなることが望ましい。

【0012】

【作用】この発明の排気ガス浄化装置は、多孔質セラミックからなる複数のフィルタユニットが、これらのユニット相互間に弾性質素材からなるシール材を介在させてかつ一体に接着してなるフィルタから主として構成され、発熱量制御機構を具えた発熱体が、前記シール材中に埋設してフィルタと一体化されている点に特徴がある。特に、この発明は、発熱体が上記発熱量制御機構を具えていることが必要であり、これによって、フィルタ内のパティキュレートの燃焼による熱の伝播に応じた、発熱体の発熱量が制御される。望ましくは、フィルタの断面方向においては、温度分布が均一になるように制御され、フィルタの長手方向においては、温度ピークが発生しないような一定勾配をもつ温度分布に制御される。

【0013】このような温度分布の制御によって、再生時の燃焼ピークが抑制でき、クラックの発生が防止される。それ故に、耐久性に優れ、かつ燃焼効率（再生効率）に優れた排気ガス浄化装置を提供することができる。

【0014】このように温度分布を制御するための手段の1つとしては、各フィルタユニットの間に介在させる発熱体の設置密度を工夫する方法がある。すなわち、ヒータの設置密度を、熱の逃げやすい外側（端面側ならびに外周面側）のユニットでは密に、熱のこもりやすい中央側のユニットでは粗にすることによって、フィルタ内の温度分布を制御する方法がある。

【0015】上記のように発熱体の設置密度を調整すると、各々の発熱体とその周囲にあるフィルタユニットを均一に加熱する。そして、周囲にあるフィルタユニットから内部のフィルタユニットに熱が伝導し、パティキュレートの燃焼開始温度に達するころには全体的に所望の温度分布となる。

【0016】温度分布を制御するための他の手段としては、ヒータを複数の回路とし、フィルタ内のパティキュレートの燃焼による熱の伝播に応じて通電時期、通電時間を変化させることにより、発熱量を制御する方法がある。

【0017】上記のように発熱量を制御すると、

- ①. 加熱に必要な電力量を少なくできる。
- ②. 加熱時間が短縮される（再生が短時間で完了す

る)。

③. 所望の温度勾配を容易に制御できる。

【0018】この発明において、シール材は、隣接するフィルタユニット間に発熱体を介在させる際に生じる隙間を埋めると共に、フィルタユニット同士の接合を図るための接着剤として作用する。これにより、空気漏れによる浄化効率の低下やフィルタの耐久性を改善することができる。

【0019】このシール材は、耐熱性のほかに、弾性、熱伝導性、接着性および強度等を備えていることが好ましい。それは、弾性に優れていると、加熱によってフィルタに熱応力が加わるようなときでも、その熱応力を確実に開放することができるからである。また、熱伝導性に優れていると、発熱体の熱が各フィルタユニットに速やかにかつムラなく伝導し、排気ガス浄化装置内部の温度差も小さくなるからである。また、接着性および強度に優れたものであると、隣接して設けられているフィルタユニット同士の接合性が優れ、排気ガス浄化装置自体の耐久性も優れるものとなるからである。

【0020】このシール材の組成は、少なくとも無機繊維、無機バインダー、有機バインダー、無機粒子であることが望ましい。かかる組成からなる弾性質素材は、シール材に望まれる上記の特性、即ち耐熱性、弾力性、熱伝導性、接着性および排気ガスシール性等を有しているからである。この場合、無機繊維としては、セラミックファイバー、例えばアルミナ-シリカセラミックファイバー、アルミナファイバー、ジルコニアファイバーおよびシリカファイバー等がある。無機バインダーとしては、コロイダルゾル、例えばアルミナゾルやシリカゾルなどがある。有機バインダーとしては、親水性有機高分子が望ましく、特に多糖類がさらに好ましい。具体的には、ポリビニルアルコールやメチルセルロース、エチルセルロース、カルボキシメチルセルロースがあるが、特にカルボキシメチルセルロースが望ましい。無機粒子としては、炭化物および窒化物から選ばれる少なくとも1種以上の無機粒子が望ましく、例えば炭化珪素、窒化珪素および窒化硼素がある。これら炭化物や窒化物は、熱伝導率が非常に大きく、セラミックファイバー表面やコロイダルゾルの表面および内部に介在して熱伝導性の向上に寄与する。

【0021】この発明において、発熱体は上記シール材中に埋設してフィルタと一体化されていることが望ましい。つまり、シール材によって発熱体を被覆した構成とすることにより、隣接する発熱体同士の間でのショートを未然に防止できるからである。また、このような配置構成とすると、発熱体からフィルタへの熱の伝導性が良くなるからである。

【0022】この発明において、フィルタを構成するフィルタユニットは、断面形状が三角形、正方形、長方形または正六角形のフィルタユニットを1種またはそれら

を組み合わせ角柱状に結束させて用いることが望ましい。なぜなら、このような形状のフィルタユニットを用いることによって、排気ガス浄化装置の実装上の制約が少なくなるからである。また、フィルタユニットは、多孔質セラミック焼結体によってハニカム状に形成されたものであることが望ましい。多孔質セラミック焼結体は耐熱性および熱伝導性に優れ、ハニカム状のフィルタは、微粒子の捕集量を増したときでも圧力損失が小さいからである。

【0023】上記フィルタユニットは、「加熱効率」および「温度制御性」の観点から、熱伝導率が $0.05 \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$ 以上である材料を用いることが好ましい。 $0.05 \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$ 未満では、セラミックフィルタの再生時に該フィルタの中心部と周縁部との温度差が大きくなりすぎることから実用上好ましくないからである。これらの指標を満足する材料としては、ムライト・コージライト、炭化珪素、窒化珪素、窒化アルミニウム、フォステライト、ステアタイトが挙げられる。特に、高熱伝導率という観点から、炭化珪素を用いることがより好ましい。

【0024】上記フィルタユニットは、その気孔率が、30~90%、より好ましくは40~60%であることが望ましい。30%より小さいと圧損が大きくなり過ぎ、一方、90%より大きくなるとパーティキュレートの捕集率が悪くなるからである。また、平均気孔径は、5~40 μm であることが望ましい。5 μm より小さいと圧損が大きくなり過ぎ、一方、40 μm より大きくなるとパーティキュレートの捕集率が悪くなるからである。

【0025】この発明にかかるフィルタユニットにおいて、1つの貫通孔のいずれか一端を目封じして形成されるセルの断面形状は、該フィルタユニットの断面形状と同一にするのがよい。加熱時に貫通孔の膨張差に起因する該フィルタユニットの外周に働く引っ張り力が等方に働くので、熱歪みの発生を防止できるからである。

【0026】このセルの数は、貫通孔の数であり、50~300個/平方インチであることが望ましい。50個/平方インチ未満では、濾過面積が少なくなるので単位時間・単位容積当たりのパーティキュレート捕集量が少なくなるし、一方、300個/平方インチより多くなると、セル一個当たりの開口面積が小さくなり過ぎ圧損が上昇するからである。また、セル(貫通孔)の壁の厚み(隣接するセルの壁間距離)は、0.2~0.6mmであることが望ましい。0.2mm未満では、フィルタユニットの機械的強度が弱くなり、一方、0.6mmを超えると、濾過面積が少なくなるので単位時間・単位容積当たりのパーティキュレート捕集量が少なくなるからである。

【0027】なお、この発明においては、セラミックファイバーからなる熱膨張性の断熱材をその最外周部に設置してもよい。その理由は、排気ガス浄化装置用フィルタの最外周部から熱が逃げてしまうことを防止すること

により、再生時のエネルギーロスを最小にすることができからである。また、再生時の熱によって断熱材を膨張させることにより、排気ガスの圧力、走行による振動等によるフィルタの位置ずれを防止することができるからである。ここでいう熱膨張性の断熱材としては、例えば、セラミックファイバー63wt%、パーミキュライト20wt%および α -セピオライト7wt%の混合体からなるものがある。

【0028】

【実施例】以下に、この発明の排気ガス浄化装置をディーゼルエンジン用の排気ガス浄化システムに具体化した実施例を図1～図6に基づき詳しく説明する。図1は、この発明の排気ガス浄化装置を適用した排気ガス浄化システム1を示す概略図である。この図において、金属製のケーシング2は、内燃機関としてのディーゼルエンジンEの排気管路Eaに接続されている。このケーシング2には、ディーゼルエンジンEから排出されるガス中のバティキュレート除去するためのフィルタ3が配設されている。4は、シール材5中に埋設された発熱体（ヒータ）であり、発熱量制御機構6に連結されている。図1に示すように、発熱体4の末端は、配線を介してバッテリー（24V）9に電気的に接続されている。この場合、24Vのバッテリー9の代わりに12Vのバッテリーを使用しても良い。また、前記バッテリー9よりも高電圧（100Vの家庭用電源または200Vの商用電源等）の電源を使用しても良い。発熱量制御機構6は、例えば図1に示すように、圧力検出器11や温度検出器12、燃焼二次エア供給手段13などから構成されている。

【0029】図2は、この発明の排気ガス浄化装置を構成するフィルタ3を示す図であり、図3は、このフィルタの部分断面拡大図である。これらの図において、フィルタ3は、8本の角柱状のフィルタユニット7と4本の断面直角二等辺三角形形状のフィルタユニット8を、ユニット相互間に弾性質素材からなるシール材（厚さ1.5～3.0mm）5を介在させて一体に接着した構成にあり、前記シール材5には発熱体4が埋設されている。本実施例の場合、各フィルタユニット7、8の発熱体4間は直列に接続されている。なお、フィルタ3の最外周部には、厚さ10mmの断熱材10を配設してもよい。

【0030】図4～図6は、フィルタ3を構成するフィルタユニット7を示す図である。これらの図において、角柱状（33mm×33mm×150mm）のフィルタユニット7には、断面略正方形形状の貫通孔7aがその軸線方向に沿って規則的に形成されている。これらの貫通孔7aは、厚さ0.3mmの多孔質な隔壁7bによって互いに隔てられている。各貫通孔7aの排気ガス流入側または流出側のいずれかの一端は、多孔質焼結体製の封止片7cによって市松模様状に封止されている。その結果、フィルタユニット7の流入側または流出側のいずれか一方のみに開口するセルC1、C2が形成された状態となっている。なお、セルC1、C

2の隔壁7bには、白金族元素やその他の金属元素およびその酸化物等からなる酸化触媒を担持してもよい。担持するとバティキュレートの着火温度が低下するためである。また、フィルタユニット8は、断面形状が直角二等辺三角形形状であることを除いてフィルタユニット7と同様の構成を有している。そして、この実施例のフィルタ3を構成するフィルタユニット7、8の場合、平均気孔径が10 μ m、気孔率が43%、セル壁の厚さが0.3mm、セルピッチが1.8mmに設定されている。

【0031】このような排気ガス浄化システム1の配置構成において、ディーゼルエンジンEを始動させたときの排気ガスの流れについて説明する。まず、図5にて矢印A1で示すように、排気ガスはまずフィルタユニット7、8の流入側に開口するセルC1内に導入される。次いで、排気ガスは多孔質な内壁7bを通過し、隣接するセルC2、即ち流出側に開口するセルC2内に導入される。このとき、排気ガス中に含まれるバティキュレートの移動が内壁7bによって阻止される。よって、バティキュレートのみが内壁7bにトラップされる。そして、浄化された排気ガスは、流出側に開口するセルC2内を抜けて、最終的にフィルタユニット7、8から排出されることになる。

【0032】次に、捕集したバティキュレートをフィルタ3から除去する再生処理について図7にしたがって説明する。まず、フィルタ3によるバティキュレートの捕集が進み、フィルタ3の上流側の排気管路Eaに取付けられた圧力検出器11で設定値以上の圧力損失を検出すると、切換えバルブが作動して、バイパス側の通路が開き、フィルタ側の通路が閉じて、フィルタ3の発熱体4への通電が開始する。次に、フィルタの排気ガス流入側に取付けた温度検出器12で設定値（バティキュレートの燃焼開始温度）以上の温度を検出すると、コンプレッサなどの燃焼二次エア供給手段13にて燃焼エアが供給され、バティキュレートの燃焼が開始する。その後、燃焼の伝播に伴い、フィルタの排気ガス流出側に取付けた温度検出器12で設定値以上の温度を検出すると、再生を完了したという指令が出されて通電が終了する。そして、切換えバルブが作動して元の状態に復帰し、再びフィルタ3によるバティキュレートの捕集が開始される。この実施例は、以上説明したような構成にある排気ガス浄化装置を作製して、再生時の燃焼ピークの発生状態について評価を行ったものである。

【0033】（実施例1）

(1) α 型炭化珪素粉末51.5重量%と β 型炭化珪素粉末22重量%とを湿式混合し、得られた混合物に有機バインダー（メチルセルロース）と水とをそれぞれ6.5重量%、20重量%ずつ加えて混練した。次に、可塑剤と潤滑剤を少量加えてさらに混練し、この混練物を押出成形することにより、ハニカム状の生成形体を得た。

(2) この生成形体をマイクロ波による乾燥機を用いて乾燥し、その後、成形体の貫通孔7aを多孔質焼結体製の封

止片7形成用のペーストによって封止した後、再び乾燥機を用いて封止片7c用ペーストを乾燥させた。そして、この乾燥体を400℃で脱脂した後、更にそれをアルゴン雰囲気下にて2200℃で焼成し、図4に示す多孔質でハニカム状のフィルタユニット7、8を得た。

(3) セラミックスファイバー（アルミナシリケートセラミックスファイバー、ショット含有率3%、繊維長さ0.1～100mm）23.3重量%、平均粒径0.3μmの炭化珪素粉末30.2重量%、無機バインダーとしてのシリカソル（ゾルのSiQの換算量は30%）7重量%、有機バインダーとしてカルボキシメチルセルロース0.5重量%および水39重量%を混合し、混練したものをペースト状にしてシール材5を作成した。

(4) フィルタユニット7、8相互間にヒータ4を埋設した状態で前記シール材5を充填し、50～100℃×1時間にて乾燥、硬化して、フィルタユニット7、8とシール材5とを接合して一体化した、図2に示すようなフィルタ3を作製した。

(5) 最後に、フィルタ3の最外周部をセラミックスファイバーの熱膨張性断熱材（イビデン製、商品名：フレックス）10で被覆し、所望の排気ガス浄化装置を作製した。

*【0034】このようにして作製した排気ガス浄化装置に関し、下記構成(a)にかかる従来の排気ガス浄化装置と、下記構成(b)にかかる本願発明の排気ガス浄化装置とを比較して、再生時の燃焼ピークがどのように改善されるかを調べた。その結果を本願発明の排気ガス浄化装置については図8に、従来の排気ガス浄化装置については図9に示す。なお、これらの図は、図10に示すフィルタ3において、フィルタユニットNo. 8の中央軸線方向に測温した結果を経時的に示したグラフであり、捕集量が12g/フィルタの単位容積(1)の場合の結果である。

(a). 従来の排気ガス浄化装置にかかるフィルタの構成は、ヒータとして金属製ヒータ（カンタル線、直径1.5mm）を用い、図10に示すフィルタユニットNo.1～12が、総てほぼ同じ発熱量（密度は、0.6W/cm³）になるようなヒータ配線である構成とした。

(b). 本願発明の排気ガス浄化装置にかかるフィルタの構成は、ヒータとして従来と同様な金属製ヒータ（カンタル線、直径1.5mm）を用い、表1に示すような発熱量分布になるようなヒータ配線である構成とした。

なお、(a)、(b)ともにヒーター容量は1.3kWとした。

【0035】

*【表1】

フィルタユニットNo.	フィルタの受熱量 (W/cm ²)		
	ガス入側A	中央部B	ガス出側C
1, 4, 9, 12	1.6	1.2	2.0
5, 8	1.4	0.9	1.7
2, 3, 10, 11	1.2	0.7	1.5
6, 7	0.5	0.0	0.8

*ガス入側A；ガス入口から5.0cmまでの部分

中央部B；ガス入口から5.0～10.0cmの部分

ガス出側C；ガス出口側から5.0cmまでの部分

【0036】図8(a)において、まず、ヒータが通電すると、初期の段階では、フィルタ3の温度分布は、ヒータの発熱量分布の影響を強く受けて軸方向中央部が低温となる凹状の分布を示す。この温度分布は、時間の経過とともに、端面からの放熱と中央部への熱伝導により、排気ガス流入側から流出側に滑らかに上昇する勾配を形成するようになる。そして、排気ガス流入側の温度がバティキュレート（黒鉛）の燃焼開始温度（約600℃）に達すると、これと同時に燃焼空気が20l/hの割合で導入される。その結果、図8(b)に示すように、燃焼の伝播とともに一定の勾配の温度分布を形成する。

【0037】図9に示す結果から明らかなように、従来

の排気ガス浄化装置による再生では、時間の経過とともに、燃焼部の発熱量による凸状の温度分布が形成され、50～80℃の局部的に突発的な燃焼ピークが発生し、ひいては、フィルタが割れてしまうことが判った。これに対し、図8に示す結果から明らかなように、本願発明の排気ガス浄化装置による再生では、燃焼部の発熱量による部分的な温度上昇が制御された温度分布に吸収されて燃焼ピークの発生を防止できる。その結果、フィルタが割れることなくフィルタの耐久性を向上させることができる。なお、捕集量が20g/フィルタの単位容積(1)の場合も同様の結果が得られた。

【0038】次に、捕集量が12g/フィルタ容積または20

q/フィルタ容積、燃焼空気導入量が20l/hである条件にて、再生したときのフィルタの温度分布結果（例えば、図8、図9）から、有限要素法によってフィルタ内の最大引張り応力を算出した。その結果を表2に示す。この表に示す結果から明らかなように、フィルタ内に発生す*

*る最大引張り応力は、フィルタ材料の引張り破断強度（6 kg）に対して小さな値である。すなわち、本発明にかかるフィルタは、耐久性に優れることが判った。

【0039】

【表2】

捕集量	従来技術にかかる フィルタの 最大引張応力	本発明にかかる フィルタの 最大引張応力
12g/フィルタの単位容積（1）	5 kgf	1.5kgf
20g/フィルタの単位容積（1）	8 kgf（破壊発生）	1.8kgf

【0040】さらに、発明者らは、燃焼効率（再生効率）に関し、すすの燃え残りが出るかどうかを調べたところ、フィルタ内の温度分布を制御することができるこの発明の排気ガス浄化装置によれば、バティキュレート

の完全燃焼を実現できることを確認した。
【0041】なお、図10に示すような1～12の各フィルタユニットに設置したヒータの発熱量分布に関し、該ユニットを軸方向に3等分割して得られるガス入側A（ガス入口から33.3%の部分）、ガス出側C（ガス出口から33.3%の部分）、中央部B（ガス入側Aとガス出側Cを除いた領域）のそれぞれの発熱量が、以下に示す範囲に設定されるように発熱量制御機構を制御することが望ましい。但し、各フィルタユニットに接しているヒータのエネルギーは、接しているユニット総てに同等に供給されるものとする。

①フィルタユニットNo1、4、9、12

ヒータの発熱量分布が、ガス入側Aでは、 $0.1 \sim 3.0 \text{ W/cm}^2$ 、好ましくは $0.5 \sim 2.0 \text{ W/cm}^2$ 、より好ましくは $0.8 \sim 1.6 \text{ W/cm}^2$ であり、中央部Bでは、 $0.1 \sim 3.0 \text{ W/cm}^2$ 、好ましくは $0.2 \sim 1.6 \text{ W/cm}^2$ 、より好ましくは $0.5 \sim 1.3 \text{ W/cm}^2$ であり、ガス出側Cでは、 $0.1 \sim 3.0 \text{ W/cm}^2$ 、好ましくは $0.5 \sim 2.0 \text{ W/cm}^2$ 、より好ましくは $0.8 \sim 1.6 \text{ W/cm}^2$ となるように、ヒータを配置する。なお、これらのユニットは、複合形フィルタのエッジ部を構成し、放熱量が大きいので、三角形形状として体積を減らしている。

②フィルタユニットNo2、3、10、11

ヒータの発熱量分布が、ガス入側Aでは、 $0.1 \sim 3.0 \text{ W/cm}^2$ 、好ましくは $0.1 \sim 1.5 \text{ W/cm}^2$ 、より好ましくは $0.2 \sim 1.2 \text{ W/cm}^2$ であり、中央部Bでは、 $0.1 \sim 2.0 \text{ W/cm}^2$ 、好ましくは $0.1 \sim 1.0 \text{ W/cm}^2$ 、より好ましくは $0.1 \sim 0.7 \text{ W/cm}^2$ であり、ガス出側Cでは、 $0.1 \sim 3.0 \text{ W/cm}^2$ 、好ましくは $0.1 \sim 1.5 \text{ W/cm}^2$ 、より好ましくは $0.2 \sim 1.2 \text{ W/cm}^2$ となるように、ヒータを配置する。

③フィルタユニットNo5、8

ヒータの発熱量分布が、ガス入側Aでは、 $0.1 \sim 3.0 \text{ W/cm}^2$ 、好ましくは $0.1 \sim 2.0 \text{ W/cm}^2$ 、より好ましくは $0.2 \sim 1.4 \text{ W/cm}^2$ であり、中央部Bでは、 $0.1 \sim 3.0 \text{ W/cm}^2$ 、好ましくは $0.1 \sim 2.0 \text{ W/cm}^2$ 、より好ましくは $0.2 \sim 1.4 \text{ W/cm}^2$ であり、ガス出側Cでは、 $0.1 \sim 3.0 \text{ W/cm}^2$ 、好ましくは $0.1 \sim 2.0 \text{ W/cm}^2$ 、より好ましくは $0.2 \sim 1.4 \text{ W/cm}^2$ となるように、ヒータを配置する。

④フィルタユニットNo6、7

ヒータの発熱量分布が、ガス入側Aでは、 $0.0 \sim 2.0 \text{ W/cm}^2$ 、好ましくは $0.05 \sim 1.2 \text{ W/cm}^2$ 、より好ましくは $0.1 \sim 0.7 \text{ W/cm}^2$ であり、中央部Bでは、 $0.0 \sim 1.5 \text{ W/cm}^2$ 、好ましくは $0.05 \sim 0.8 \text{ W/cm}^2$ 、より好ましくは $0.1 \sim 0.4 \text{ W/cm}^2$ であり、ガス出側Cでは、 $0.0 \sim 2.0 \text{ W/cm}^2$ 、好ましくは $0.05 \sim 1.2 \text{ W/cm}^2$ 、より好ましくは $0.1 \sim 0.7 \text{ W/cm}^2$ となるように、ヒータを配置する。

【0042】

【発明の効果】以上説明したようにこの発明の排気ガス浄化装置によれば、再生時の燃焼ピークを防止することが可能であり、再生効率、耐久性を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の排気ガス浄化装置を適用した排気ガス浄化システムを示す概略図である。

40 【図2】この発明の排気ガス浄化装置を構成するフィルタを示す斜視図である。

【図3】この発明の排気ガス浄化装置を構成するフィルタの部分拡大断面図である。

【図4】この発明にかかるフィルタを構成するフィルタユニットを示す斜視図である。

【図5】図4のA-A線における一部破断拡大断面図である。

【図6】図5のB-B線における拡大断面図である。

【図7】再生の処理工程を示すフローチャートである。

50 【図8】この発明の排気ガス浄化装置を用いた再生に関

13

し、フィルタ内温度分布の(a) 燃焼空気導入前、(b) 燃焼空気導入後の経時変化を示す図である。

【図9】従来の排気ガス浄化装置を用いた再生に関し、フィルタ内温度分布の(a) 燃焼空気導入前、(b) 燃焼空気導入後の経時変化を示す図である。

【図10】排気ガス浄化装置用フィルタの各ユニットの分画番号と、ガス入側A、中央部B、ガス出側C、を表す図である。

【符号の説明】

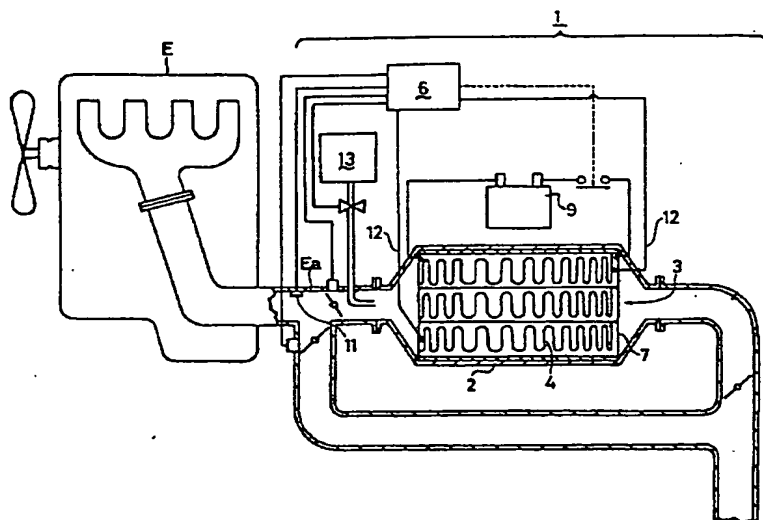
- 1 排気ガス浄化システム
2 ケーシング

- * 3 フィルタ
4 発熱体（ヒータ）
5 シール材
6 発熱量制御機構
7, 8 フィルタユニット
9 バッテリー
10 断熱材
11 圧力検出器
12 温度検出器
13 燃焼二次エア供給手段

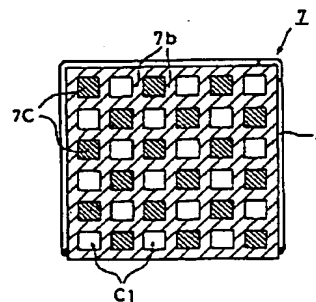
*

14

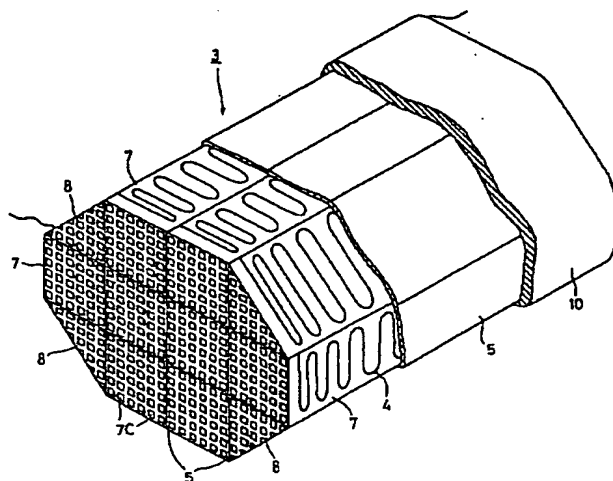
【図1】



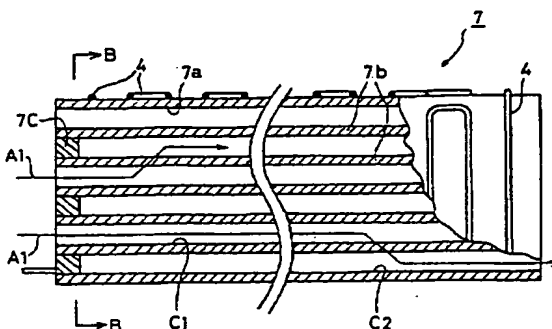
【図6】



【図2】

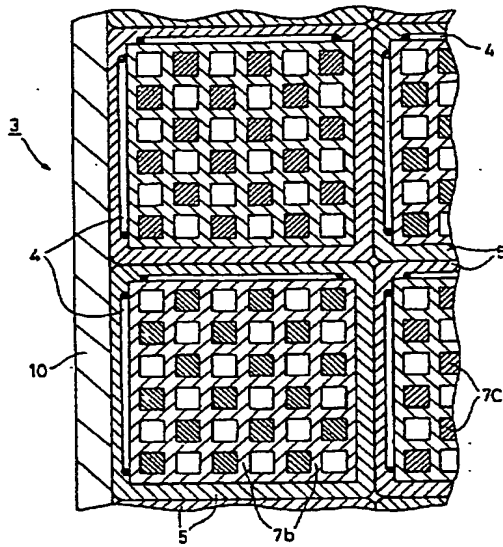


【図5】

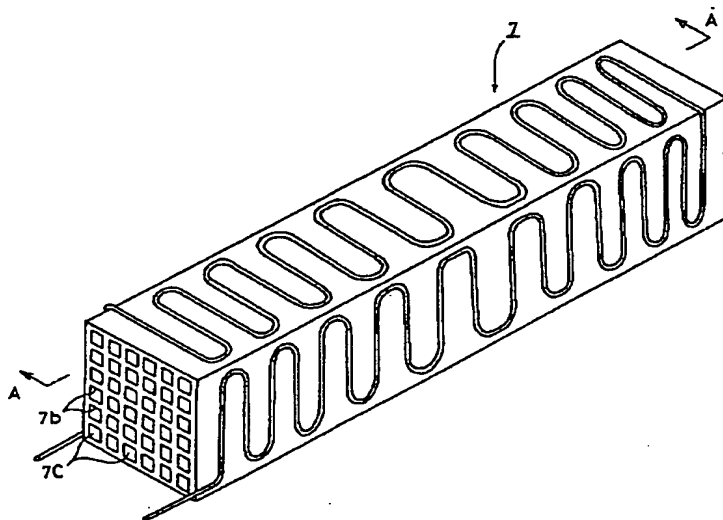


BEST AVAILABLE COPY

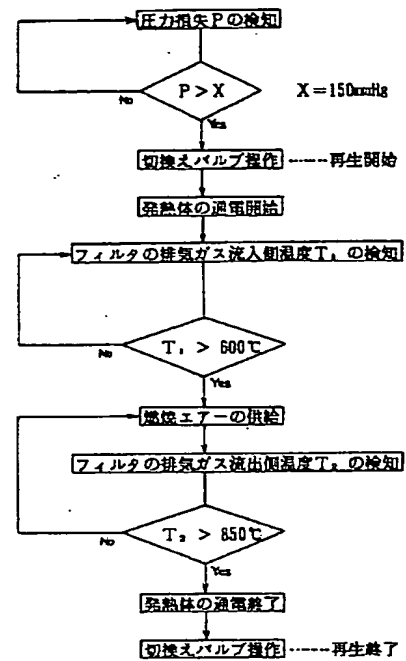
【図3】



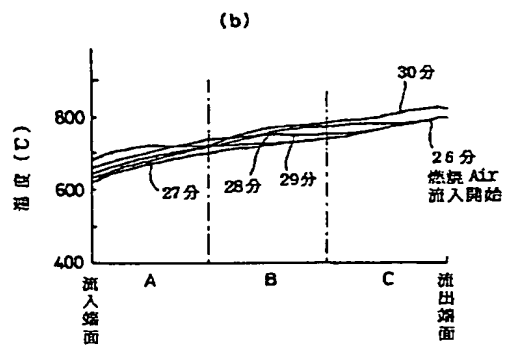
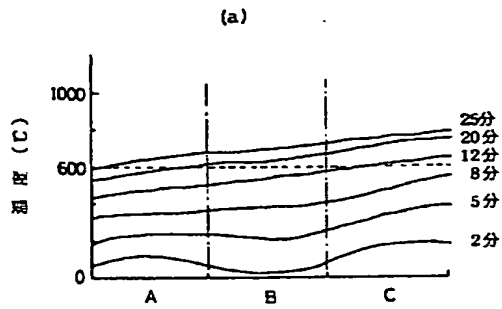
【図4】



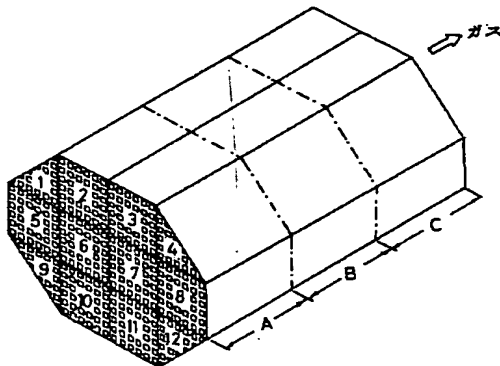
【図7】



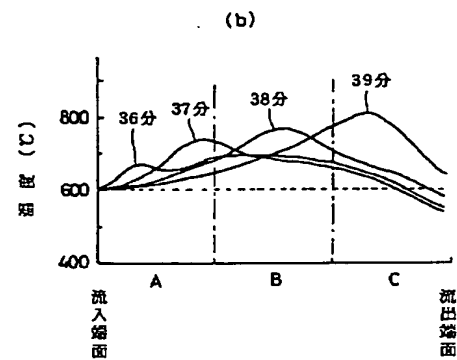
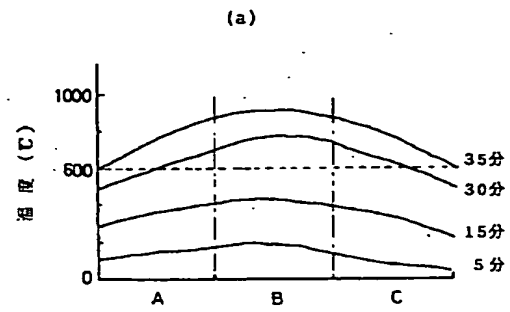
【図8】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

F 0 1 N 9/00

識別記号 片内整理番号

Z A B Z

F I

技術表示箇所

BEST AVAILABLE COPY